XV ENCAC Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído
XI ELACAC Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído
JOÃO PESSOA | 18 a 21 de setembro de 2019

ESTUDO DE CONFORTO TÉRMICO EM SALAS DE AULAS CONDICIONADAS ARTIFICIALMENTE EM CLIMA QUENTE E ÚMIDO

Jullyanne Ferreira de Souza (1); Amanda V. P. Lima (2); Pollyanna Padre de Macedo (3) Solange Maria Leder (4).

(1) Designer de Interiores, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, jullyannefe@gmail.com, Universidade Federal da Paraíba;
(2) Arquiteta Urbanista, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, amandavieiraarquitetura@gmail.com, Universidade Federal da Paraíba;
(3) Arquiteta Urbanista, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, pollyannapadre@hotmail.com, Universidade Federal da Paraíba;
(4) PhD, Professora do Departamento de Arquitetura e Urbanismo, solangeleder@yahoo.com.br, Universidade Federal da Paraíba.

RESUMO

O desconforto térmico em escolas pode comprometer o processo de aprendizagem e a saúde de alunos e também professores. Uma solução encontrada para o conforto térmico em ambientes escolares é a aquisição de aparelhos de ar-condicionado, destacando-se a ação do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) para facilitar a aquisição dos equipamentos de condicionamento artificial nas instituições públicas ligadas à educação. Contudo, pouco se sabe sobre o resultado do condicionamento artificial nesses espaços. Em virtude da importância de pesquisas no ambiente construído em escolas, e da realização destas no Nordeste brasileiro, o presente trabalho visa identificar as sensações e preferências térmicas de estudantes (8 a 11 anos) em escolas municipais climatizadas na cidade de João Pessoa, Paraíba, no período do inverno. Para isso, foram realizadas medições das variáveis ambientais (temperatura do ar, temperatura radiante média, umidade relativa e velocidade do ar) em salas de aula condicionadas artificialmente, aplicando, simultaneamente, os questionários adaptados às crianças, com quatro perguntas a respeito de sensação e preferência térmica Quatro escolas foram analisadas, cujas salas de aula obtiveram médias de temperatura do ar entre 26,31°C a 27,13°C; médias de temperatura externa entre 25,8°C e 28,6°C; e médias de umidade entre 64,85% a 71,24%. Nessas escolas as temperaturas do ar variaram entre 25,26°C e 27,80°C. As respostas dos 269 questionários aplicados, indicam que nas quatro escolas 39,37% dos alunos indicaram votos de sensação de calor, 25,54% de sensação de frio, 35,09% sensação de neutralidade, 14,4% preferência por mais quente, 29,9% neutralidade, 55,7% preferência por mais frio e 7,8% das crianças votaram na preferência por ambientes ventilados naturalmente, o que pode indicar uma relação entre o uso dos aparelhos e a sensação de conforto térmico.
Palavras-chave: conforto térmico, condicionamento artificial, escolas.

ABSTRACT

Thermal discomfort in schools can compromise the learning process and the health of students as well as teachers. One solution found for thermal comfort in school environments is the acquisition of air-conditioning equipment, highlighting the action of the Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) to facilitate the purchase of artificial conditioning devices in public institutions attached to education. However, little is known about the outcome of artificial conditioning in these spaces. Due to the importance of researches in the environment built in schools, and the realization of these in the Brazilian Northeast, the present work aims to identify the thermal sensations and preferences of students (8 to 11 years old) in municipal air-conditioned schools in the city of João Pessoa, Paraíba, in the winter period. For this, measurements of the environmental variables (air temperature, mean radiant temperature, relative humidity and air velocity) were carried out in artificially conditioned classrooms, applying, simultaneously, questionnaires adapted to the children, with four questions regarding sensation and thermal preference. Four schools were analyzed, whose classrooms obtained averages of air temperature between 26.31 ° C and 27.13 ° C; external temperature means between 25,8°C and 28,6°C; and averages of humidity between 64.85% and

71.24%. In these schools air temperatures varied between 25.26 ° C and 27.80 ° C. The answers of the 269 questionnaires applied indicate that in the four schools, 39.37% of the students indicated feelings of heat, 25.54% of cold sensation and 35.09% neutrality sensation; in addition, 14.4% of children showed preference for hotter, 29.9% preference for neutrality and 55.7% preference for cooler; and 7.8% of students voted for preference for air-conditioned environments, which may indicate a relationship between the use of these equipment and the sensation of thermal comfort.
Keywords: thermal comfort, artificial conditioning, schools.

1. INTRODUÇÃO

A falta de atenção com as condições mínimas de conforto requeridas pelos usuários, principalmente em escolas municipais no Brasil, pode comprometer o ensino, a aprendizagem, a saúde física e psicológica dos seus alunos. Segundo Pereira et al. (2009), vários estudos já constataram que a produtividade e a qualidade do trabalho realizado estão diretamente relacionadas com as boas condições do ambiente em que se desenvolvem as atividades. Labaki et al. (2001), explica que situações de desconforto causadas por temperaturas extremas, falta de ventilação adequada, umidade excessiva combinada com temperaturas elevadas e radiação térmica, por exemplo, podem ser bastante prejudiciais e causar alterações físicas e psicológicas, podendo provocar apatia, sonolência e desinteresse pelo trabalho, ocasionando situações extremamente desfavoráveis para um ambiente escolar.

Outro aspecto a ser levado em consideração é que o Ministério da Saúde (2009) identifica as crianças como uma população vulnerável, que sofrerão maiores dificuldades de adaptação, frente aos impactos das mudanças climáticas na saúde humana. Todavia, na área de conforto térmico não se tem muitas pesquisas onde se colhem dados diretamente com crianças, pelo desafio metodológico que representa a comunicação entre adultos pesquisadores e crianças (VÁSQUEZ et al. 2017, apud, CRUZ et al., 2010).

Hox et al. (2003) explicam a importância de investigações com crianças afirmando que, em vez de usar os pais ou cuidadores como informantes, as crianças são cada vez mais responsivas sobre suas próprias experiências, perspectivas, atitudes e comportamentos. Além disso, o acesso às opiniões das crianças é facilitado pelos diferentes instrumentos e técnicas, desenvolvidos e validados nas pesquisas da educação, ciências forenses e psicologia.

Teli et al. (2017), destaca que é um grande desafio em projetar edifícios escolares com desempenho térmico e energético aceitável durante todo o ano, bem como, estabelecer padrões mais elevados nesse tipo de projeto, usando critérios baseados especificamente em crianças. Porém é imprescindível o conhecimento das condições térmicas desses usuários e as suas preferências para a elaboração de boas escolas. Para Lazzarotto et al. (2007), as análises oriundas de pesquisas de campo são muito importantes, pois, só através delas, é possível conhecer a influência de condições climáticas e culturais diversas daquelas sob as quais os modelos normalizados foram desenvolvidos.

É importante observar também o crescimento do uso de equipamentos artificiais, como condicionamento de ar, em escolas nos últimos anos. No setor público, a aquisição de aparelhos de ar-condicionado para escolas é uma ação do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) (2018), que é responsável por executar ações do relacionadas à Educação Básica, proporcionando apoio financeiro e técnico aos municípios e executando ações que contribuam para uma Educação de qualidade. O FNDE possui um instrumento/processo para facilitar a aquisição dos equipamentos nas instituições públicas ligadas à educação.

Porém, não há garantias que o incentivo a implantação de sistemas de condicionamento artificial em salas de aula é uma estratégia que alcance os objetivos pretendidos. Além da quantidade de energia e despesa demandada para a manutenção desses sistemas, existem evidências de que espaços condicionados artificialmente possuem um maior nível de rejeição térmica por parte dos seus ocupantes, principalmente ambientes com sistemas centrais de ar (NODA et al., 2016). Na pesquisa de Bernardi e Kowaltowski (2006), indícios demonstram que muitas vezes os professores ficam incumbidos de adequar os ambientes às necessidades das crianças, enquanto elas têm pouca autonomia que em proporcionar o seu conforto individual. O problema de os professores ficarem nesta tarefa é que, como destacado anteriormente, a percepção de conforto entre um adulto e uma criança, é diferente.

Nesse contexto, esse trabalho tem como objeto de estudo escolas municipais na cidade de João Pessoa é uma cidade litorânea (7,11°S; 34,86ºO), que de acordo com o zoneamento bioclimático brasileiro, presente na norma de desempenho térmico (NBR 15220), encontra-se na Zona Bioclimática oito, possuindo clima tropical úmido. De acordo com dados disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, João Pessoa registrou em 2018 a temperatura média máxima de 31° e mínima de 23°C, com umidade relativa

média entre 53% e 94% ao longo do ano, apresentando-se, assim, como um clima característico para os seus habitantes.

Silva (1999), explica que de acordo com a Classificação Bioclimática de Köppen (1884, atualizada para os dias atuais), o clima da cidade de João Pessoa é denominado mediterrâneo ou Nordestino sub seco, tipo de 3dth. A cidade de João Pessoa tem como característica estações não muito definidas, mas com estação úmida definida, com índice pluviométrico acentuado durante o período de inverno. De acordo com a Prefeitura de João Pessoa (2015), na cidade de João Pessoa a meta da gestão atual é climatizar todas as escolas municipais da rede pública de ensino integral e creches, porém, não existe um estudo prévio nessas escolas que garanta que essa medida será eficaz na obtenção de conforto térmico de alunos ou professores.

Em relação às análises de conforto térmico Lamberts (2016), aponta Povl Ole Fang como o principal representante da linha analítica de avaliação das sensações térmicas humanas. As suas equações e métodos têm sido utilizados mundialmente e forneceram subsídios para o equacionamento e cálculos conhecidos hoje como PMV (Predicted Mean Vote) e o PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied). O PMV é um índice que prediz o valor médio dos votos de sensação térmica de um determinado grupo de pessoas a uma escala de sete pontos de sensação expressa a partir de -3 a +3, enquanto o PPD é um índice que estabelece uma previsão quantitativa da percentagem de pessoas insatisfeitas determinada a partir dos votos do PMV. (ASHRAE, 2017).

Nesse contexto, o questionamento do conforto térmico no ambiente escolar assume grande relevância, pois a avaliação das reais situações vivenciadas pelos estudantes é fundamental para dotar os espaços escolares de melhores condições de habitabilidade e assim contribuir para um processo educativo de melhor qualidade.

2. OBJETIVO

Este estudo tem por objetivo identificar as sensações e preferências de conforto térmico de alunos em salas de aula de escolas de ensino fundamental da rede municipal em João Pessoa, cuja faixa etária é de 08 a 11 anos, e analisar os resultados das variáveis térmicas medidas sob a perspectiva das crianças que utilizam os espaços.

3. MÉTODO

O método utilizado no presente estudo tem como principal característica a simultaneidade da coleta de dados (por meio de levantamentos in loco) e da obtenção das respostas dos alunos (através da aplicação de questionários). Os dados apresentados nesse trabalho compõem uma pesquisa em desenvolvimento no âmbito do Laboratório de Conforto Ambiental da UFPB, na qual investiga-se parâmetros de conforto térmico e lumínico em salas de aula com ventilação natural e condicionamento artificial.

Este trabalho restringe-se à análise dos aspectos de conforto térmico dos alunos em salas de aula com uso de ar-condicionado e as análises foram realizadas a partir de aplicação de questionários e medição de variáveis ambientais térmicas nas salas de aula. a) identificar as sensações e preferências de conforto térmico de alunos em salas de aula climatizadas numa amostra de escolas de ensino fundamental da rede municipal em João Pessoa, cuja faixa etária é de 08 a 11 anos, b) Realizar medição das variáveis ambientais térmicas (quais) c) confrontar a opinião dos alunos com as variáveis ambientais térmicas medidas d) a partir das variáveis ambientais medidas e adotando um modelo de conforto comumente utilizado, estimar o percentual de conforto nos ambientes analisados.

3.1. Caracterização da amostra e objeto de estudo

Foram escolhidas como objetos desse estudo quatro escolas da rede Municipal de Ensino da cidade de João Pessoa/PB, cujo condicionamento térmico das salas de aula é exclusivamente artificial. No total as medições ocorreram em quatorze salas de aula distribuídas entre escolas localizadas em diferentes bairros da cidade.

Levando em consideração o objetivo de identificar a opinião dos indivíduos, a faixa etária (8 a 11 anos) foi definida pensando no entendimento destes em relação ao questionário. Os estudantes dessa faixa etária caracterizam as turmas do terceiro, quarto e quinto ano do ensino fundamental, já alfabetizados, mas ainda se enquadram na categoria de pessoas vulneráveis.

A prefeitura de João Pessoa adotou um projeto padrão para construção de novas escolas de ensino integral. Com planta única, a edificação possui dois pavimentos e tem todas as salas de aula localizadas no primeiro pavimento com dimensões de 7,05 metros de largura e 7,05 metros de profundidade. O projeto arquitetônico padrão tem sido construído em diferentes bairros da cidade, assim, a implantação das escolas e a orientação das fachadas são diferentes. As escolas participantes (Figura 1) do presente estudo foram: Leonel Brizola, Chico Xavier, Radegundis Feitosa e Luiz Augusto Crispim. A coleta de dados ocorreu nos

dias 15, 21 e 27/08 e 05/09 de 2018, os dias de coleta foram determinados através da disponibilidade das escolas de acordo com as atividades do ano letivo.

Para conhecer as condições do clima nos dias de medição, foram utilizados os dados climáticos da estação do INMET aberta em no ano de 2007 com latitude de -7.165409º, longitude de -34.815627º e altitude de 34 metros.



Figura 1 - Imagens de satélite das escolas Escola Municipal Leonel Brizola, Escola Municipal Chico Xavier, Escola Municipal Radegundis Feitosa e Escola Municipal Luiz augusto crispim, respectivamente. (GOOGLE MAPS, 2018)

3.2. Medições quantitativas

Na pesquisa de campo foram coletados dados para quantificar as variáveis ambientais como as temperaturas de bulbo seco e bulbo úmido, temperatura de globo e a velocidade do ar. As medições tinham como padrão duas alturas, a do nível do abdômen (0,60 m) e do nível da cabeça de pessoas sentadas (1,10m), conforme prescrito na norma ASHRAE STANDARD-55 (2017). Observa-se ainda que as crianças têm em geral altura média menor que os adultos, porém em razão de o mobiliário presente nessas escolas serem projetados para acomodar adultos, as alturas de abdômen e cabeça não tiveram uma diferença significante.

As medições nas salas de aula aconteciam pelo período de 15 minutos (além do tempo de estabilização) e em áreas centrais das salas, no momento das medições as crianças estavam em atividade de leitura e escrita com taxa metabólica de 1.0 met (ASHRAE 55-2017), não realizando qualquer outro tipo de atividade metabólica que impactasse na sensação de conforto. Todos os alunos usavam a camisa do uniforme e demais peças diferentes, tendo isolamento da vestimenta entre 0,35 e 0,50 clo. Os equipamentos (Figura 2) foram fixados em dois tripés respeitando as alturas pré-estabelecidas, para medições das temperaturas e umidade utilizaram-se dois medidores de stress térmico TGD-300 e dois Hobos U12, para as medições de velocidade do ar um termo anemômetro Tafr 180 foi fixado no tripé mais alto, a 1,10m do piso.



Figura 2 - [a] TGD-300, [b] Tarf- 180, [c] Hobo U12-012.

Após a instalação dos equipamentos na sala de aula, os alunos recebiam uma breve explicação sobre a pesquisa e suas ferramentas, a fim de esclarecer possíveis dúvidas, gerar interesse e informar sobre a importância da sua colaboração para o estudo.

3.3. Medições qualitativas

Os questionários foram respondidos simultaneamente a medição das variáveis ambientais, as crianças estavam sentadas em seu mobiliário e não recebiam radiação solar direta no decorrer dos 15 minutos de duração do estudo, para facilitar a compreensão das crianças as perguntas foram lidas e explicadas em voz alta, uma de cada vez, após a leitura de uma pergunta os alunos deveriam respondê-la para só então a pergunta seguinte ser lida. Os questionários elaborados eram adaptados para as crianças e consideraram a faixa etária da amostra, as descrições presentes nas questões tinham como objetivo estimular que os estudantes dessem a resposta mais aproximada do que realmente eram as suas sensações e preferências em relação ao ambiente térmico. Optou-se pelo uso de cores para facilitar a explicação e a identificação das opções, diferenciando as respostas e gerando maior interesse nas crianças.

No total, haviam quatro perguntas relacionadas ao conforto térmico nas salas de aula, porém no âmbito desse artigo, apenas os resultados das três primeiras questões serão analisados. A primeira questão indagava sobre a sensação da criança no momento da aplicação do questionário ("*Sobre calor ou frio, como você está se sentindo agora?*"), a segunda tinha como objetivo entender sua preferência térmica ("*Sobre calor ou frio, como você gostaria de estar se sentindo agora*"?) e a terceira almejava identificar a preferência dos alunos em relação ao uso de condicionamento artificial ("*Você prefere ambientes com ou sem ar-condicionado"?*). As perguntas foram baseadas no questionário da ASHARE (2017), onde é adotada uma a escala de 07 pontos

(Tabela 1), que foi associada a sete cores, cada uma representando uma opção de resposta.

Tabela 1 - Descrições e escalas da ASHRAE 55 2017

Descrição da ASHRAE	Equivalência numérica	Descrição adaptada a crianças (preferência)	Descrição adaptada a crianças (sensação)
Quente	3	Bem mais quente	Muito quente
Aquecido	2	Mais quente	Quente
Levemente aquecido	1	Um pouquinho mais quente	Um pouquinho quente
Neutro	0	Assim, nem mais quente nem mais frio	Bem, nem mais quente nem mais frio
Levemente resfriado	-1	Um pouquinho mais frio	Um pouquinho frio
Resfriado	-2	Mais frio	Frio
Frio	-3	Bem mais frio	Muito frio

Com a finalidade de relacionar os votos das crianças com as variáveis ambientais térmicas e os dados de metabolismo e resistência térmica das vestimentas, foi calculado através da ferramenta online CBE - Thermal Comfort Tool (TYLER et al. 2017), o PMV, índice baseado no balanço de calor.

4. RESULTADOS

A partir de uma análise descritiva das informações coletadas (variáveis objetivas e subjetivas), nas medições e entrevistas realizadas no período de inverno do ano de 2018, surgiram resultados que serão apresentados a seguir.

As escolas mostradas a seguir fazem parte do modelo padrão da Prefeitura Municipal de João Pessoa. Todas as escolas desse modelo são climatizadas, tem o mesmo projeto arquitetônico e foram construídas nos anos 2000 com a finalidade de funcionamento para ensino integral. A instalação do sistema de ar-condicionado foi posterior, pois, esta etapa decorreu do projeto da prefeitura para a climatização de todas as salas de aula das escolas municipais.

4.1. Escolas monitoradas

Ao todo trezentos e um alunos participaram da pesquisa nas quatro escolas medidas, porém, trinta e dois desses questionários foram descartados por apresentar respostas falhas. Esses alunos fazem parte de turmas de terceiro, quarto e quinto ano que compreendem os últimos anos do ensino fundamental sendo, 57,07% meninos e 42,92% meninas, 15,7% tem oito anos, 21% nove anos, 51,4% dez anos e 11,7% onze anos.

Nas escolas Luiz Augusto Crispim e Leonel Brizola as medições aconteceram no turno da tarde, entre 13:00h e 17:00h e as temperaturas do ar variaram entre 26,43°C e 27,59°C, na primeira, e 26,16°C e 27,80°C, na segunda. Nas escolas Chico Xavier e Radegundis Feitosa as medições ocorreram no período da manhã, entre 07:40h e 11:00h, e as temperaturas do ar variaram entre 26,3°C 27,29°C, na primeira, e 26,8°C e 27,80°C, na segunda.

Nas escolas Luiz Augusto Crispim e Leonel Brizola as medições aconteceram no turno da tarde, entre 13:00h e 17:00h e as temperaturas do ar variaram entre 26,43°C e 27,59°C, na primeira, e 26,16°C e 27,80°C, na segunda. Nas escolas Chico Xavier e Radegundis Feitosa as medições ocorreram no período da manhã, entre 07:40h e 11:00h, e as temperaturas do ar variaram entre 26,3°C 27,29°C, na primeira, e 26,8°C e 27,80°C, na segunda. Os resultados de PMV e PPD variaram nas escolas de acordo com as variáveis ambientais térmicas e as vestimentas utilizadas pelos alunos em cada sala de aula.

Reformada e climatizada em 2015, na escola municipal Leonel Brizola três salas de aulas foram monitoradas, uma de terceiro, uma de quarto e uma de quinto ano, no turno da tarde. Nessas salas, os aparelhos de climatização de ar estavam ligados e adaptações em relação a janelas ou temperatura dos mesmos não eram possíveis. Cinquenta e três questionários foram aplicados com vinte meninas e trinta e três meninos. Observando os votos nas opções de escala individualmente, durante as medições a maioria das crianças respondeu que estava confortável e preferia não mudar (29,1%), porém 45,8% votaram em alguma opção de desconforto por calor '+3,+2,+1' e 25% alegaram sentir algum desconforto por frio. Em relação aos votos de preferência a maioria votou em alguma das opções por mais frio '-1,-2,-3'. No que diz respeito a questão de preferência pelo ar condicionado, apenas seis crianças informaram que preferem ambientes sem ar condicionado. O PMV nessa escola variou entre 0,25 e 0,56, sendo considerado neutro para crianças com até 0,45 clo de isolamento, e levemente quente para crianças com isolamento de 0,5clo. O PPD variou entre 6% e 12%.

Inaugurada em abril do ano de 2011, a Escola Municipal Chico Xavier é de ensino integral. As salas analisadas, que possuíam aparelhos refrigeradores instalados e em funcionamento. Três salas de aula do 5° ano foram medidas nesta escola e quarenta e três desses alunos foram entrevistados nas medições, vinte e um meninos e vinte e duas meninas. A maioria dos alunos relatou estar se sentindo "bem" (36,3%) e o segundo maior número de votos foi para "um pouco de frio" (30,3%). No que diz respeito a preferência em relação ao ambiente térmico, na escola Chico Xavier, 51,5% das crianças votaram em preferir não mudar, 30,3% preferiram que estivesse "um pouquinho mais frio" (-1) e 9% "um pouquinho mais quente" (+1). Nessa escola 22,8% das crianças afirmaram preferir ambientes sem ar condicionado. Na escola Chico Xavier os resultados do PMV indicaram neutralidade para todas as salas variando entre -0,04 e 0,36. O PPD variou de 5% a 9%.

Também inaugurada no ano de 2011, na escola de ensino integral Radegundis Feitosa, quatro turmas foram medidas, duas de terceiro ano, uma de quinto e uma de quarto ano, contabilizando um total de 83 questionários aplicados com quarenta e quatro meninos e trinta e nove meninas. No período de inverno a maioria votou estar se sentindo "bem" (33,3%), mas a segunda maioria votou em "um pouquinho de frio" (19,2%), demonstrando que uma quantidade considerável de alunos estava em desconforto por frio. No que diz respeito a preferência a maioria optou por "muito mais frio" (33,3%) seguido de "não mudar" (25,6%). Nas medições seis crianças disseram preferir ambientes sem ar condicionado. Observando as salas de aula individualmente, nessa escola, em uma das salas todos os alunos que estavam sentados mais próximos as janelas relataram desconforto por calor votando em "muito calor", mesmo não recebendo radiação direta, enquanto os demais alunos votaram em "bem", e nas opções de desconforto por frio. Sobre os votos em relação a preferência por ar condicionado seis crianças alegaram preferir ambientes sem os aparelhos. Os resultados do PMV nessa escola variaram entre 0,13 e 0,64, sendo considerado neutro em algumas salas e levemente quente em outras. O PPD variou entre 6% e 14%.

A escola Luiz Augusto Crispim foi entregue no ano de 2009, mas ela só recebeu a climatização no ano de 2015. Noventa questionários foram aplicados na escola, vinte e seis meninas e sessenta e quatro meninos. Os aparelhos de refrigeração permaneceram ligados durante o período das medições e as janelas e porta fechadas em todos os momentos nas duas salas medidas. Os professores relataram não achar os aparelhos de ar condicionados suficientes para deixar a salas confortáveis. Nas medições a maioria das crianças responderam que estavam confortáveis (40,2%), porém a segunda maior quantidade de relatos foi sobre estarem com um pouco de calor (31,9%). Em relação a preferência a maioria respondeu que preferiam um pouco mais de frio (27,7%). A respeito dos votos de preferência sobre ar condicionado, uma criança votou na opção de preferir ambientes sem o condicionamento do ar. De acordo com o modelo de predição essa escola foi a que teria mais desconforto por calor, com resultados de PMV de 0,24 a 0,86 (de neutro a levemente quente) e PPD de 6% a 21%.

4.2. Análises

As quatro escolas em estudo apresentaram resultados similares em relação aos votos de sensação e preferência. Nas escolas Luiz Augusto Crispim e Leonel Brizola a maioria dos votos de sensação foi de desconforto por calor (48,6% e 45,8%) e preferência por frio (58,1% e 60,8%), já na Chico Xavier a maioria dos alunos relatou estar bem (36,3%) e na Radegundis Feitosa a maior parte dos alunos (37,1%), votou em uma das opções de desconforto por frio. O número de alunos entrevistados em cada escola e a quantidade de salas analisadas foram outra semelhança entre as escolas, mesmo em dias de medição diferentes, como pode ser observado na tabela 2.

Para obtenção de um panorama geral dos votos de sensação e preferência das quatro escolas padrão, foram elaborados gráficos que mostram a quantidade de votos de sensação e preferência. (Figura 3 e Figura 4)

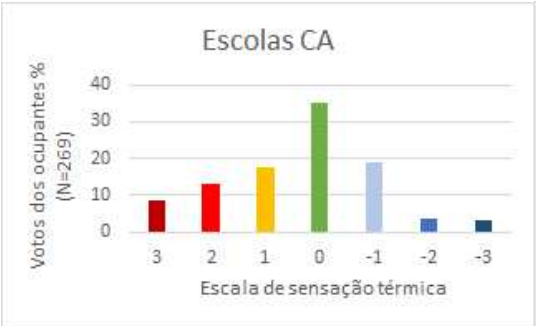


Figura 3 - Sensação relatada pelos alunos.



Figura 4 - Preferência relatada pelos alunos

Analisando os votos de preferência e sensação, das escolas quatro escolas, 39,37% dos alunos sentiram algum desconforto por calor, 35,09% votaram na opção de neutralidade, 25,54% sentiram algum desconforto por frio, 14,46% preferiam o ambiente mais quente, 29,9% preferiam não mudar e 55,7% preferiam o ambiente mais frio. Comparando esses votos, a maioria sentiu calor e preferiu mais frio, porém, mais alunos preferiram mais frio do que sentiram calor, demonstrando que parte dos alunos que relataram neutralidade também preferiam mais frio.

Os dados com as médias das variáveis no momento da medição podem ser observados na tabela abaixo (Tabela 2).

Tabela 2 - Médias das variáveis nas escolas padrão

Escolas	**Altura(m)**	**Temperatura do ar (C°)**				**UR (%)**	**Va (m/s)**	**Text (C°) INMET (2018)**
		Média	**Máxima**	**Mínima**	**DP (média)**			
A Luiz Augusto Crispim	1,10m	27,1	27,46	27,12	0,10	64,8	0,0	28,6
	0,60m	26,7	27,59	26,43	0,12			
B Radegundis Feitosa	1,10m	26,8	27,80	26,35	0,19	67,8	0,0	27,5
	0,60m	26,9	27,75	26,47	0,18			
C Leonel Brizola	1,10m	26,8	27,80	26,35	0,19	68,6	0,0	28,4
	0,60m	26,5	27,68	26,16	0,16			
D Chico Xavier	1,10m	26,6	27,29	25,75	0,08	71,2	0,0	25,8
	0,60m	26,3	26,96	25,26	0,09			

Nas escolas A, B e C foram encontradas médias de temperatura do ar mais baixas no interior das salas de aula do que no exterior, porém, na escola D a temperatura externa foi 0,8°C a menos que no interior a 1,10m e 0,5°C a menos que na altura de 0,60m. A maior diferença entre as médias de temperatura do ar nas salas de aula, de acordo com as diferentes alturas em cada escola, foi de 0,4°C, valor menor que a precisão do equipamento utilizado que é 0,5 °C. As médias de temperatura do ar nas salas de aula também foram parecidas nas quatro escolas padrão e variaram entre 27,1°C, média da escola A, e 26,3°C média da escola D. A diferença nas médias de temperatura exterior foi de 2,8°C nessas duas escolas, sendo a média de umidade na primeira 64,8% e na segunda 71,2%.

Não foram captados pelos equipamentos médias significativas de velocidade do ar nas salas de aula de nenhuma das quatro escolas medidas. Isso se deu, pois, os aparelhos condicionadores de ar foram instalados numa altura muito superior à altura do equipamento de medição, o que acarretou na ausência de ventilação no sensor desses equipamentos.

A escola A, foi a que, teve o maior percentual de votos de desconforto por calor, 49% dos alunos votaram nas opções da escala que representam +3,+2 ou +1, e também é a escola com maior média de temperatura nas salas de aula (27,1ºC), menor percentual de umidade (64,8%) e maior temperatura exterior (28,6ºC).

Na escola C a maioria dos votos também foi de desconforto por calor (45,8%), sendo % com médias de temperatura do ar de 26,8°C e 26,5°C e 68,6% de umidade. Na escola B a maioria dos votos de desconforto foi por frio (37%), mesmo com diferença de apenas 0,4°C da temperatura medida na altura de 1,10m em comparação com a escola A.

Na escola D a distribuição de votos foi a mais balanceada entre as quatro escolas, já que, 33,3% dos alunos votaram nas opções +3, +2 e +1, 36,4% na opção “bem” e 30,3% nas opções -1,-2 e -3. As médias de temperatura na escola D foram 26,6ºC e 26,3°C as menores entre todas as escolas. A relação entre os diferentes votos de sensações e preferências relatadas pelas crianças e as faixas de médias de temperatura do ar registradas nas salas de aula, podem ser observadas nas figuras 5 e 6.

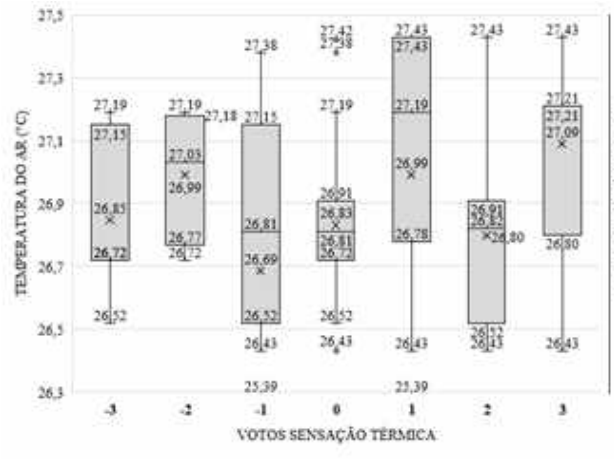


Figura 5 - Relação da sensação térmica com temperatura do ar.

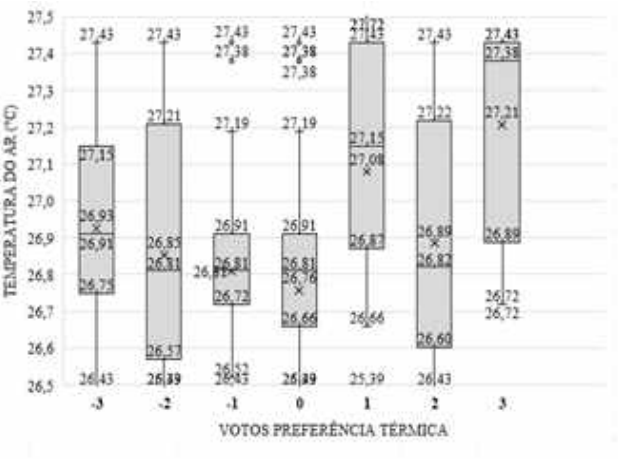


Figura 6 - Relação de preferência térmica com temperatura do ar.

Foram realizadas análises relacionadas ao gênero, sensação e preferência dos ocupantes que podem ser observadas nas figuras 7 e 8. As análises de sensação apontaram que as meninas votaram mais nas sensações 3, 2 e -3 e pareceram ter uma leve tendência a sentir mais calor que os meninos, já em relação à preferência os votos foram muito parecidos. Destaca-se que esta diferença identificada no cruzamento de dados de votos e gênero é tênue, sendo necessária uma análise mais aprofundada para resultados mais conclusivos.

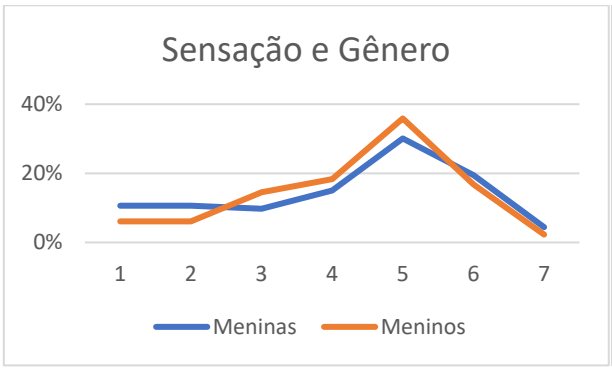


Figura 7 - Relação da sensação térmica com gênero.

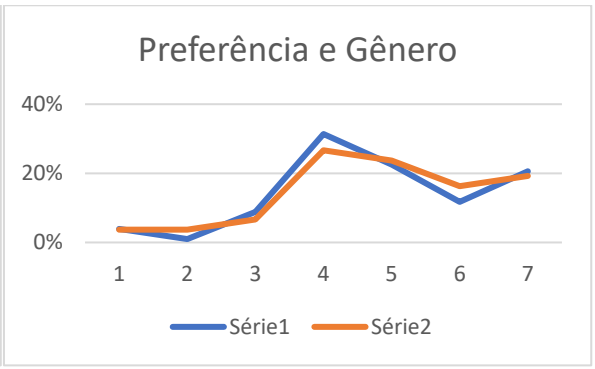


Figura 8 - Relação de preferência térmica com gênero.

Sobre a preferência em relação aos condicionadores de ar, as crianças foram perguntadas se em geral elas preferem ambientes com ou sem climatização e 7,8% das crianças das quatro escolas votaram na opção de preferência por ambientes sem o ar-condicionado, ou seja, crianças que votaram em qualquer das opções de sensação, ou na opção de preferência por “não mudar” (0), também optaram por preferência a ambientes climatizados em todas as escolas, o que pode indicar que elas fizeram uma associação em relação a conforto e ambientes climatizados.

Comparando os resultados dos votos de sensação das crianças e os resultados do voto médio predito, podemos observar que o PMV só previu o neutro e o levemente quente, enquanto as crianças votaram em todas as opções: neutralidade, opções de desconforto por frio e opções de desconforto por calor. Ou seja, as crianças se mostraram mais sensíveis a calor e frio do que demonstraram os resultados encontrados no modelo, como pode ser observado na figura 9.

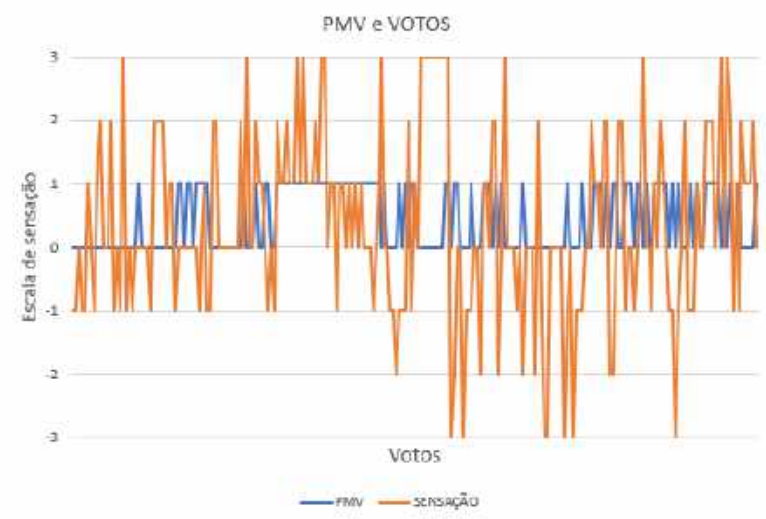


Figura 9 - Relação entre os votos de sensação térmica e o PMV.

5. CONCLUSÕES

Através dos resultados encontrados foi possível entender a sensação das crianças e a opinião delas sobre como preferem se sentir nas suas salas de aula. Destaca-se a importância do questionamento do conforto térmico no ambiente escolar para a avaliação das reais situações vivenciadas pelas crianças, pois essas informações são fundamentais para prover espaços escolares com melhores condições de habitabilidade possíveis e assim contribuir para um processo educativo de melhor qualidade.

As variáveis medidas nas quatro escolas tiveram valores muito próximos. Em relação às médias de temperaturas do ar, poucas variações foram encontradas nas duas alturas medidas, sendo a maior diferença de 0,4°C na escola A. Numa comparação sobre as médias de temperatura das quatro escolas, a maior diferença encontrada foi de 0,8°C entre a escola A e a escola D. As médias de umidade relativa variaram entre 64,8% e 71,2% e as temperaturas externas foram maiores que as das salas de aula nas escolas A, B e C. Nas escolas A e C, onde as medições aconteceram no turno da tarde, as temperaturas do ar variaram entre 26,43°C e 27,59°C, na primeira, e 26,16°C e 27,80°C, na segunda. Nas escolas D e B, onde as medições ocorreram no período da manhã, as temperaturas do ar variaram entre 26,3°C 27,29°C, na primeira, e 26,8°C e 27,80°C, na segunda.

Os votos das crianças sobre sensação e preferência tiveram semelhanças entre as escolas separando por turno, mesmo com as medições em dias diferentes e com temperaturas parecidas. A escola que teve o maior número de votos de desconforto por calor foi a A (49%) que também teve a maior temperatura e a menor umidade relativa identificadas, seguida pela escola C (45,8%), ambas medidas no turno da tarde. As escolas B e D foram medidas no período da manhã. A escola que teve o maior número de votos de desconforto por frio foi a escola B (37,1%). Na escola D a maioria dos votos (36,3%) foi na opção de neutralidade. Comparando os votos de sensação e preferência, a maioria sentiu calor e preferiu mais frio, porém, mais alunos preferiram mais frio do que sentiram calor, demonstrando que parte dos alunos que relataram neutralidade também preferiam mais frio. Relacionando o gênero e os votos, foram encontrados resultados parecidos, sendo necessárias análises mais aprofundadas para encontrar possíveis correlações. O índice de predição utilizado, o PMV, não obteve resultados satisfatórios quando confrontado com votos das crianças, pois não previu sensações de desconforto por frio e nem sensações de calor (+2) e muito calor (+3).

A maioria das crianças em todas as escolas alegaram preferir ambientes com aparelhos de ar-condicionado, ou seja, ao todo apenas 7,8% de uma amostra de duzentos e sessenta e nove crianças das quatro escolas analisadas, votaram na opção de preferência por ambientes sem o ar-condicionado, o que pode demonstrar que as crianças associam o conforto a ambientes climatizados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASHRAE. **ANSI/ASHARE Standard 55-2017**: Thermal environmental conditions for human occupancy. American Society of Heating, Refrigeration and Air-Condition Engineers, Inc. Atlanta, EUA. ISSN 1041-2336, 2017.

BERNARDI, N.; KOWALTOWSKI, D.C., 2006. Environmental comfort in school buildings: A case study of awareness and participation of users. Environment and behavior, 38(2), pp.155-172.

CENSO DEMOGRÁFICO. **Características da população e dos domicílios**. Rio de Janeiro: IBGE, 2016. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/populacao/22827-censo-2020-censo4.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: ago. 2018.

HOX, J.J., BORGERS, N. AND SIKKEL, D. Response quality in survey research with children and adolescents: the effect of labeled response options and vague quantifiers. **International Journal of Public Opinion Research**, v. 15, n. 1, p. 83-94, 2003.
INEP. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Censo Escolar. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/web/guest/resultados-e-resumos> Acesso em 10 de outubro de 2018.
INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Estações automáticas - gráficos. Disponível em: http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede_estacoes_auto_graf. Acesso em: jun 2019.
LABAKI, L.C.; BUENO-BARTHOLOMEI, C.L. Avaliação do conforto térmico e luminoso de prédios escolares da rede pública, Campinas – SP. In: **ENCONTRO NACIONAL DO CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO**, 6, 2001. Anais... São Paulo, 2001.
LAMBERTS, R. Desempenho Térmico de Edificações. Universidade Federal de Santa Catarina CTC - Departamento de Engenharia Civil, 7ª edição, Florianópolis, 2016.
LAZZAROTTO, N. **Adequação do modelo PMV na avaliação do conforto térmico de crianças do Ensino Fundamental de Ijuí-RS.** Dissertação Mestrado em Engenharia Civil - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.
NODA, B.L. Avaliação de conforto térmico em edificações comerciais que operam sob sistemas mistos de condicionamento ambiental em clima temperado e úmido. Dissertação Mestrado em Arquitetura e Urbanismo - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2016.
ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. **Mudança Climática e Saúde: um perfil do Brasil.** Organização Pan-Americana da Saúde; Ministério da Saúde – Brasília, Organização Pan-Americana da Saúde, 2009.
PEREIRA, D.; COUTINHO, A.; SILVA, L. Análise das condições de conforto térmico e da inércia térmica a que professores das escolas municipais de João Pessoa–PB estão submetidos. **ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**, v. 24, 2009.
PMJP. Prefeitura Municipal De João Pessoa. Informações da Secretaria de Educação e Cultura. Disponível em: <http://www.joaopessoa.pb.gov.br/secretarias/sedec/>. Acesso em: mar, 2018.
TELI, D., JENTSCH, M.F. AND JAMES, P.A. Naturally ventilated classrooms: An assessment of existing comfort models for predicting the thermal sensation and preference of primary school children. **Energy and Buildings**, 53, pp.166-182, 2012.
Hoyt Tyler, Schiavon Stefano, Piccioli Alberto, Cheung Toby, Moon Dustin, and Steinfeld Kyle, 2017, CBE Thermal Comfort Tool. Center for the Built Environment, University of California Berkeley, http://comfort.cbe.berkeley.edu/
SILVA, F. A. G. da. O Vento Como Ferramenta no Desenho do Ambiente Construído: uma aplicação ao Nordeste do Brasil. 1999. São Paulo. Tese (Doutorado em Arquitetura) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.
VÁSQUEZ, N.G., PEREIRA, F.O.R. AND KUHNEN, A. Preferencias visuais das crianças em salas de aula de educação infantil: uma aproximação experimental. Estão submetidos. **XIV Encontro Nacional e X Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído, 2005**, Maceió. Anais do XIV ENCAC e X ELACAC. Balneário Camboriu, ANTAC. 2017.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o suporte financeiro concedido pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes).
Agradecimento ao apoio recebido do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, através do edital MCTIC/CNPq Nº 28/2018 - Universal/Faixa B (Processo: 434583/2018-9)